

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-218989

(43) 公開日 平成7年(1995)8月18日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| G 0 3 B 15/00 | F | | | |
| A 6 1 B 3/113 | | | | |
| B 6 0 K 28/06 | A | 7528-3D | | |
| G 0 3 B 41/00 | | | | |

A 6 1 B 3/10 B
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平6-12581

(22) 出願日 平成6年(1994)2月4日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 岡田 章

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 下谷 光生

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 西田 稔

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社産業システム研究所内

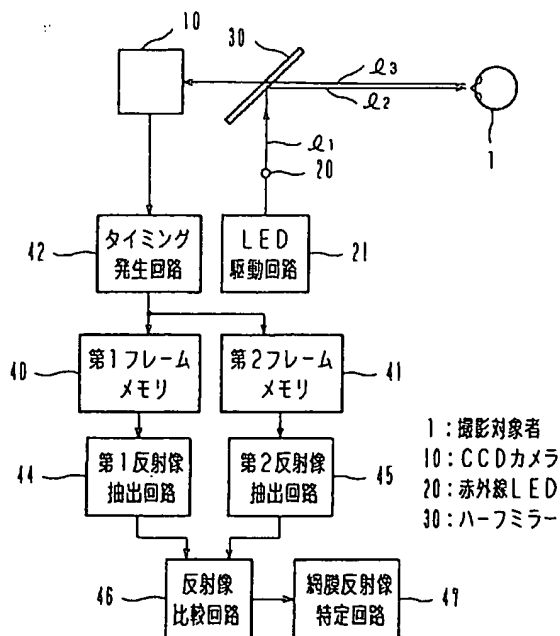
(74) 代理人 弁理士 高田 守

(54) 【発明の名称】 顔画像撮影装置

(57) 【要約】

【目的】 赤外線LEDによる反射や外乱光の赤外成分の反射等が写っている、撮影対象者の網膜反射像を特定できる顔画像撮影装置を得る。

【構成】 照明手段20で撮影対象者1を同軸落射照明し、光入力手段10で撮影対象者1の顔面を含む領域の撮影画像を入力し、フレームメモリ40に時系列で記憶する。反射像抽出手段44で撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を得、網膜反射像特定手段46、47で反射像抽出画像を比較して網膜反射像を特定する。また、撮影画像から反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40に時系列で記憶し、網膜反射像特定手段46、47で反射像抽出画像を比較して網膜反射像を特定する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮影対象者の顔面を含む領域の像を入力する光入力手段、上記撮影対象者を同軸落射照明する照明手段、上記光入力手段の出力である撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力する反射像抽出手段、及び上記反射像抽出画像から網膜反射像を特定する網膜反射像特定手段を備えたことを特徴とする顔画像撮影装置。

【請求項 2】 光入力手段の出力である撮影画像を時系列で格納する記憶手段を備え、反射像抽出手段は、上記記憶手段に格納されている撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力するものとし、網膜反射像特定手段は、上記反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、上記反射像比較結果に基づいて網膜反射像を特定するものであることを特徴とする請求項第 1 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 3】 反射像抽出手段の出力である反射像抽出画像を時系列で格納する記憶手段を備え、網膜反射像特定手段は、上記記憶手段に格納されている反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、上記反射像比較結果に基づいて網膜反射像を特定するものであることを特徴とする請求項第 1 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 4】 網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、一方の反射像抽出画像に存在し他方の反射像抽出画像に存在しない反射像を網膜反射像として特定するものであることを特徴とする請求項第 2 項または第 3 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 5】 撮影対象者に反射性瞬目を起こさせる反射性瞬目発生手段を備えたことを特徴とする請求項第 4 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 6】 撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第 1 照明手段とし、照明光照射方向と光入力手段の光軸とが、上記撮影対象者の近傍において同軸にならない位置に配置され、上記撮影対象者を照明する第 2 照明手段、及び第 1 照明手段と第 2 照明手段とを切り換えて上記撮影対象者を照明する照明切り換え手段を設けたことを特徴とする請求項第 4 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 7】 網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定するものであることを特徴とする請求項第 2 項または第 3 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 8】 撮影対象者の近傍に照度を測定する照度測定手段を備えたことを特徴とする請求項第 7 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 9】 撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第 1 照明手段とし、撮影対象者を照明する第 2 照明手段、及び第 2 照明手段の照度を制御する照明制御手段を備えたことを特徴とする請求項第 7 項または第 8 項記載

の顔画像撮影装置。

【請求項 10】 網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、上記反射像の移動を検出し、この反射像の移動に基づいて網膜反射像を特定するものであることを特徴とする請求項第 2 項または第 3 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 11】 光入力手段から得た撮影画像より反射像の 3 次元位置を測定する測距手段を備え、網膜反射像特定手段は抽出した反射像の 3 次元位置に基づいて網膜反射像を特定するものであることを特徴とする請求項第 1 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 12】 照明手段は円形でない発光部を有するものであり、網膜反射像特定手段は抽出した反射像のうち円形の反射像を網膜反射像として特定するものであることを特徴とする請求項第 1 項記載の顔画像撮影装置。

【請求項 13】 光入力手段は、撮影対象者の顔面付近を拡大して撮影する機能を有することを特徴とする請求項第 1 項ないし第 12 項のいずれかに記載の顔画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、人間の顔面を撮影する撮影装置に関し、特に同軸落射を利用して網膜反射像を撮影する顔画像撮影装置に関するものである。さらには、車両の運転者を撮影対象とし、運転中の運転者の挙動を検出する場合などに利用できるものに関する。

【0002】

【従来の技術】論文「瞳孔の抽出処理と頭部の動きを許容する視線検出装置の試作」（電子情報通信学会論文誌 D-11 Vol. J76-D-II No. 3）には、同軸落射装置について記載されている。この同軸落射照明とは、カメラの光軸と照明光の照射方向とが同一になる構造にした照明のことである。この装置を撮影装置として用いたものの構成図を図 41 に示す。図において、1 は撮影の対象となる人間である撮影対象者、10 は光入力手段で、例えば CCD カメラ、20 は撮影対象者 1 を照明する照明手段で、例えば赤外線 LED、21 は赤外線 LED 20 に電流を供給する LED 駆動回路、30 は CCD カメラ 10 の光軸上に設けられたハーフミラー、100 は画像処理回路である。赤外線 LED 20 の照射方向 12 と CCD カメラ 10 の光軸 13 が撮影対象者 1 の近傍でほぼ同軸となるように、CCD カメラ 10 と赤外線 LED 20 をハーフミラー 30 を介して設置している。

【0003】次に動作について説明する。赤外線 LED 20 は LED 駆動回路 21 で電流が供給される。赤外線 LED 20 の照明光は、光路 11 を進み、ハーフミラー 30 でその半分が反射されて光路 12 で撮影対象者 1 の顔面を照射する。撮影対象者 1 の画像は光路 13 でハーフミラー 30 を通り、半分の光が CCD カメラ 10 に到達し、CCD カメラ 10 は撮影対象者 1 の画像を取り込

むことができる。この時、光路 12 と 13 の光軸は撮影対象者 1 からみて、ほぼ同軸あるいは所定の角度以内（2 度）に納まるようになっている（同軸落射照明）。入力された画像は画像処理回路 100 に入力され、目の位置や顔の向きなどが画像処理により検出される。このような撮影装置は、例えば車両の運転者を撮影して運転者の居眠り状態や脇見状態などの挙動を検出するためなどに用いられる。

【0004】次に、得られた撮影画像について説明する。CCDカメラ10で撮影対象者1による反射光を入力して撮影すると、撮影対象者1の撮影画像は図42のようになる。図において、4は虹彩、5は強膜、6は瞳孔、7は顔面表面である。このようにして得られた画像においてのA-A断面の各場所の輝度を図42に共に示す。顔面表面7に比べて強膜5はやや暗く映り、強膜5に比べ虹彩4は暗く、瞳孔6の輝度は高く映る。

【0005】同軸落射照明では、このように網膜で反射された光によってあたかも瞳孔6が光っているように観察され、顔の表面や他の特徴点に比べて、瞳孔6は著しく輝度が高く映る。従って、得られた画像からは、輝度の大小による2値化の閾値を調整するだけで、図43に示すように、他に比べて輝度の著しく高い瞳孔6の位置のみが白領域となる画像が得られ、複雑な演算処理をしなくても容易に瞳孔6の位置が検出できる。

【0006】ここで、撮影対象者1が眼鏡をかけている場合の画像の例を図44に示す。図において、8は、眼鏡上に写った赤外成分の反射や照明光である赤外線LED20の反射像である。この撮影画像を上記と同様の画像処理した反射像抽出画像を図45に示す。このように、撮影対象者1が眼鏡8をかけている場合は、赤外線LED20の反射像8と網膜反射像6との区別がつかない。また、眼鏡に限らず、撮影対象者1がアクセサリなどの照明光や外乱光の赤外成分に反射するものを身につけている場合、その反射等が写るため、網膜反射像が特定できない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の顔画像撮影装置では、撮影対象者が照明光や外乱光の赤外成分に反射するものを身につけている場合などに、照明光である赤外線LEDの反射や外乱光の赤外成分の反射等の反射像が写るため、網膜反射像が特定できないという問題点があった。

【0008】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っていても、撮影対象者の網膜反射像を、他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る顔画像撮影装置は、撮影対象者の顔面を含む領域の像

を入力する光入力手段、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段、光入力手段の出力である撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力する反射像抽出手段、及び反射像抽出画像から網膜反射像を特定する網膜反射像特定手段を備えたものである。

【0010】また、この発明の請求項2に係る顔画像撮影装置は、請求項1の発明に加え、光入力手段の出力である撮影画像を時系列で格納する記憶手段を備え、反射像抽出手段は、記憶手段に格納されている撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力するものとし、網膜反射像特定手段は、反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、この反射像比較結果に基づいて網膜反射像を特定するものである。

【0011】また、この発明の請求項3に係る顔画像撮影装置は、請求項1の発明に加え、反射像抽出手段の出力である反射像抽出画像を時系列で格納する記憶手段を備えており、網膜反射像特定手段は、記憶手段に格納されている反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、反射像比較結果に基づいて網膜反射像を特定するものである。

【0012】また、この発明の請求項4に係る網膜反射像特定手段は、請求項2または請求項3の発明において、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、一方の反射像抽出画像に存在し他方の反射像抽出画像に存在しない反射像を網膜反射像として特定するものである。

【0013】また、この発明の請求項5に係る顔画像撮影装置は、請求項4の発明に加え、撮影対象者に反射性瞬目を起こさせる反射性瞬目発生手段を備えたものである。

【0014】また、この発明の請求項6に係る顔画像撮影装置は、請求項4の発明に加え、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第1照明手段とし、照明光照射方向と光入力手段の光軸とが、撮影対象者の近傍において同軸にならない位置に配置され、撮影対象者を照明する第2照明手段、及び第1照明手段と第2照明手段とを切り換えて撮影対象者を照明する照明切り換え手段を設けたものである。

【0015】また、この発明の請求項7に係る網膜反射像特定手段は、請求項2または請求項3の発明において、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定するものである。

【0016】また、この発明の請求項8に係る顔画像撮影装置は、請求項7の発明に加え、撮影対象者の近傍に照度を測定する照度測定手段を備えたものである。

【0017】また、この発明の請求項9に係る顔画像撮影装置は、請求項7または請求項8の発明に加え、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第1照明手段とし、撮影対象者を照明する第2照明手段、及び第2照明

手段の照度を制御する照明制御手段を備えたものである。

【 0 0 1 8 】 また、この発明の請求項 1 0 に係る網膜反射像特定手段は、請求項 2 または請求項 3 の発明において、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、反射像の移動を検出し、この反射像の移動に基いて網膜反射像を特定するものである。

【 0 0 1 9 】 また、この発明の請求項 1 1 に係る顔画像撮影装置は、請求項 1 の発明に加え、光入力手段から得た撮影画像より反射像の 3 次元位置を測定する測距手段を備え、網膜反射像特定手段は抽出した反射像の 3 次元位置に基づいて網膜反射像を特定するものである。

【 0 0 2 0 】 また、この発明の請求項 1 2 に係る顔画像撮影装置は、請求項 1 の発明に加え、照明手段は円形でない発光部を有するものであり、網膜反射像特定手段は抽出した反射像のうち円形の反射像を網膜反射像として特定するものである。

【 0 0 2 1 】 また、この発明の請求項 1 3 に係る光入力手段は、請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれかの発明において、撮影対象者の顔面付近を拡大して撮影する機能を有するものである。

【 0 0 2 2 】

【作用】 この発明の請求項 1 においては、同軸落射を利用した顔画像撮影装置としたので、輝度の大小による 2 値化の閾値を調整するという簡単な画像処理で目の位置を検出する。また、網膜反射像特定手段で、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから網膜反射像を特定する。

【 0 0 2 3 】 また、この発明の請求項 2 においては、請求項 1 に加え、記憶手段に撮影画像を時系列で記憶し、撮影画像から反射像抽出画像を抽出した後、網膜反射像特定手段で時系列の反射像抽出画像を比較することにより、網膜反射像と他の反射像の時間的な変化の違いを検出して、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから網膜反射像を特定する。

【 0 0 2 4 】 また、この発明の請求項 3 においては、請求項 1 に加え、撮影画像から抽出した反射像抽出画像を記憶手段に記憶し、網膜反射像特定手段で時系列の反射像抽出画像を比較することにより、網膜反射像と他の反射像の時間的な変化の違いを検出して、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから網膜反射像を特定する。

【 0 0 2 5 】 また、この発明の請求項 4 においては、請求項 2 または請求項 3 に加え、時系列の反射像抽出画像を比較する際、網膜反射像特定手段で網膜反射像の有無を比較することにより網膜反射像を特定するので、撮影対象者が瞬目した時などに網膜反射像を特定できる。

【 0 0 2 6 】 また、この発明の請求項 5 においては、請求項 4 に加え、反射性瞬目発生手段で撮影対象者に強制

的に反射性瞬目を起こさせ、反射性瞬目を起こした画像と起こしていない画像の反射像抽出画像から、網膜反射像の有無を比較することにより網膜反射像を特定する。

【 0 0 2 7 】 また、この発明の請求項 6 においては、請求項 4 に加え、同軸落射による第 1 照明手段と同軸落射でない第 2 照明手段とを切り換えて撮影対象者を照明し、各照明手段の切り換えに対応して得られた各画像から、網膜反射像の有無を比較することにより網膜反射像を特定する。

【 0 0 2 8 】 また、この発明の請求項 7 においては、請求項 2 または請求項 3 に加え、時系列の反射像抽出画像を比較する際、網膜反射像比較回路で反射像の大きさを比較し、これに基いて網膜反射像を特定するので、撮影対象者の瞳孔が伸縮膨張した時などに網膜反射像を特定できる。

【 0 0 2 9 】 また、この発明の請求項 8 においては、請求項 7 に加え、照度測定手段で撮影対象者の近傍の照度を測定し、照度変化の前後での瞳孔の伸縮膨張によって網膜反射像を特定する。

【 0 0 3 0 】 また、この発明の請求項 9 においては、請求項 7 または請求項 8 に加え、第 2 照明手段で撮影対象者を照明して撮影対象者の近傍の照度を変化させ、照度変化の前後での瞳孔の伸縮膨張によって網膜反射像を特定する。

【 0 0 3 1 】 また、この発明の請求項 1 0 においては、請求項 2 または請求項 3 に加え、時系列の反射像抽出画像を比較する際、網膜反射像比較回路で反射像の移動を検出し、これに基いて網膜反射像を特定するので、撮影対象者の瞳孔が移動した時に網膜反射像を特定できる。

【 0 0 3 2 】 また、この発明の請求項 1 1 においては、請求項 1 に加え、反射像の 3 次元位置を測定する手段を設け、網膜反射像特定手段では撮影対象者の顔面上にある反射像を網膜反射像であると特定する。

【 0 0 3 3 】 また、この発明の請求項 1 2 においては、請求項 1 に加え、円形でない形状の発光部を有する照明手段を設け、網膜反射像特定手段では円形の反射像を網膜反射像と特定する。

【 0 0 3 4 】 また、この発明の請求項 1 3 においては、請求項 1 ないし請求項 1 2 のいずれかの発明に加え、撮影対象者顔面付近を拡大して撮影する機能を有する光入力手段を設け、拡大された反射像を用いて網膜反射像を特定する。このため、画像処理が比較的容易にでき、網膜反射像の特定精度が向上する。

【 0 0 3 5 】

【実施例】

実施例 1. 以下、この発明の実施例 1 による顔画像撮影装置について説明する。図 1 は実施例 1 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、10 は光入力手段で、例えば撮影対象者 1 の顔面を含む所定の領域を撮影できる位置に設置された CCD

カメラであり、この実施例では30msごとに1画面を発生するものを用いる。20は撮影対象者1を照明する照明手段で、例えば発光の中心波長が860nmの赤外線LEDである。21は赤外線LED20に電流を供給するLED駆動回路、30はCCDカメラ10の光軸上に設けられたハーフミラーで、従来と同様、赤外線LED20の照射方向12とCCDカメラ10の光軸13が撮影対象者1の近傍ではほぼ同軸となるように、CCDカメラ10と赤外線LED20をハーフミラー30を介して設置している。

【0036】また、40、41は記憶手段で、例えば第1フレームメモリ、第2フレームメモリである。このフレームメモリ40、41はそれぞれ1画面の撮影画像を記憶するメモリである。42はタイミング発生回路、44、45は第1、第2フレームメモリ40、41に記憶されている撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力する反射像抽出手段で、例えば第1、第2反射像抽出回路である。46は反射像抽出画像を比較する反射像比較回路、47は網膜反射像特定回路である。例えば、この実施例では、反射像比較回路46と網膜反射像特定回路47とで、反射像抽出画像から網膜反射像を特定する網膜反射像特定手段を構成している。

【0037】次に動作について説明する。撮影対象者1が例えば眼鏡をかけている場合や反射するものを身につけている場合などの撮影画像では、図44に示すように、照明光である赤外線LEDの反射や外乱光の赤外成分の反射などが写り、網膜反射像が特定できない。そこでこの実施例では、人間は無意識のうちに瞬目を繰り返しているため、この現象を利用し、反射像の中で、例えば20秒程度の間に点滅がある像を網膜反射像と特定する。

【0038】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図2のフローチャートに基いて説明する。ステップST11で、従来と同様、同軸落射照明によって撮影対象者1の顔画像を撮影する。ステップST12では網膜反射像を特定したかどうかを判断し、特定していない場合、ステップST13で第1フレームメモリ40に撮影画像をすでに記憶しているかどうかを判断する。この判断で第1フレームメモリ40に記憶していない場合、撮影画像をまず第1フレームメモリ40に記憶する(ステップST14)。例えばこのとき得られた画像を図44と同様のものとする。

【0039】次に、第1撮影画像から例えば30ms後に第2撮影画像を得る。このとき、撮影対象者1が瞬目していたとすると、図3に示すような顔画像が得られる。ステップST13の判定では第1フレームメモリ40にはすでに撮影画像が記憶されており、第2フレームメモリ41に今回の撮影画像を記憶する(ステップST15)。ここで、第1、第2フレームメモリ40、41には撮影画像が時系列で格納される。次に、第1、第2

反射像抽出回路44、45で2値化処理等の画像処理を用いて第1、第2反射像を抽出する(ステップST16)。この処理で第1反射像抽出画像としては、例えば従来の図45のような反射像抽出画像が得られる。また、第2反射像抽出画像としては、例えば瞬目しているときの顔画像の場合は網膜反射像が撮影されず、図4に示すように、赤外線LEDの反射像や外乱光の赤外成分の反射像8のみが写る。

【0040】さらに、ステップST17で反射像比較回路46によって、第1反射像抽出画像と第2反射像抽出画像とを比較する。例えば、時系列の第1、第2反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、反射像の有無を比較する。この比較結果に基づいて、網膜反射像特定回路47で、一方の反射像抽出画像に存在し他の反射像抽出画像に存在しない反射像を網膜反射像と特定し、この後、第1、第2フレームメモリ40、41の内容を消去する(ステップST18)。特定した網膜反射像は、例えば車両の運転者を撮影して運転者の居眠り状態や脇見状態などの挙動を検出するためなどに用いられ、この場合は、運転中は特定した網膜反射像を追尾する必要がある。

【0041】このように、この実施例では、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、瞬目により網膜反射像が撮影画像から消える瞬間を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけている場合などの他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。また、反射像抽出画像を比較する際、反射像の有無で比較するため、比較処理が比較的簡単になる。

【0042】なお、実施例1では、30ms間隔で撮影対象者1を撮影し、網膜反射像を抽出するように構成しているが、これに限るものではない。例えば、10ms程度の間隔で撮影できる高速カメラを用いれば、さらにタイミングよく瞬目をとらえることができ、正確に撮影対象者の瞳孔の動きを検出することができる。また、実施例1では撮影した撮影画像を第1、第2フレームメモリ40、41に格納し、2つの時系列の反射像抽出画像を比較しているが、これに限らず、第2フレームメモリ41は設けずに、直接反射像抽出画像を抽出して比較するように構成してもよい。

【0043】また、2つに限らず、2つ以上のフレームメモリを設け、2つ以上の反射像抽出画像を比較するように構成してもよい。即ち、30ms程度の間隔で撮影対象者1の撮影画像を得るのであるが、瞬目のタイミングで撮影するとは限らず、瞬目の途中でフレームメモリ40、41に記憶される場合もある。そこで、複数個の時系列の反射像抽出画像を比較して反射像の有無を検出するようにしてもよい。また、反射像の有無ではなく、瞬目途中の瞳孔6の形状を検出するように構成してもよ

い。さらに、反射像比較回路 4 6 では、第 1、第 2 反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、一方の画像のみに検出される反射像を網膜反射像と特定しているが、第 1、第 2 反射像抽出画像の差分をとれば、網膜反射像だけが残し、常に一定の大きさを有する赤外線 LED の反射像等は除去される。

【0044】実施例 2。図 5 は実施例 2 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図であり、図 6 は撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。図において、実施例 1 と同一符号は同一または相当部分を示している。この実施例におけるフレームメモリ 4 0、4 1 は反射像抽出回路 4 4 の出力である反射像抽出画像を時系列で格納するものであり、反射像抽出回路 4 4 は 1 つで構成している。

【0045】以下、動作について説明する。実施例 1 と同様、同軸落射照明によって撮影した撮影対象者 1 の顔の撮影画像から反射像抽出回路 4 4 によって反射像抽出画像を得る（ステップ S T 1 6）。ステップ S T 1 3、1 4、1 5 によって、タイミング発生回路 4 2 で制御して第 1 フレームメモリ 4 0 と第 2 フレームメモリ 4 1 に 3 0 m s 間隔の時系列の反射像抽出画像を記憶する。この後、ステップ S T 1 7 で反射像比較回路 4 6 によって、第 1 フレームメモリ 4 0 に記憶されている第 1 反射像抽出画像と第 2 フレームメモリ 4 1 に記憶されている第 2 反射像抽出画像とを比較する。例えば、第 1、第 2 反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、反射像の有無を比較する。この比較結果に基づき、網膜反射像特定回路 4 7 で一方の画像のみに検出される反射像を網膜反射像と特定し、この後、第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 の内容を消去する（ステップ S T 1 8）。

【0046】このように、この実施例でも実施例 1 と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、瞬目により網膜反射像が撮影画像から消える瞬間を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者 1 が眼鏡をかけている場合などの他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。また、反射像抽出画像を比較する際、反射像の有無で比較するため、比較処理が比較的簡単になる。さらに、フレームメモリ 4 0、4 1 は画像処理で例えば 2 値化された後の反射像抽出画像を記憶しているので、大きな容量を必要とせず、容量が少なくても記憶できる。

【0047】また、実施例 2 では撮影した撮影画像から反射像抽出回路 4 4 で反射像を抽出して反射像抽出画像を得て、時系列に第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 に格納し、2 つの反射像抽出画像を比較しているが、これに限らず、第 2 フレームメモリ 4 1 は設けずに、直接反射像抽出画像を比較するように構成してもよい。

【0048】さらに、反射像比較回路 4 6 では、第 1、第 2 反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、一方の

画像のみに検出される反射像を網膜反射像と特定しているが、第 1、第 2 反射像抽出画像の差分をとれば、網膜反射像だけが残し、常に一定の大きさを有する赤外線 LED の反射像等は除去される。

【0049】実施例 3。図 7 はこの発明の実施例 3 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例 1 と同一符号は同一または相当部分を示す。また、図において、2 2 は可視光 LED、2 3 は可視光 LED 2 2 にパルス電流を供給する LED のパルス駆動回路である。パルス駆動回路 2 3 は、タイミング発生回路 4 2 によって制御され、可視光 LED 2 2 を ON/OFF させる。可視光 LED 2 2 とパルス駆動回路 2 3 で撮影対象者 1 に反射性瞬目を発生させる反射性瞬目発生手段を構成している。実施例 1 と同様、反射像比較回路 4 6 は時系列の 2 つの反射像抽出画像を比較し、網膜反射像特定回路 4 7 は反射像の有無によって網膜反射像を特定する。

【0050】次に動作について説明する。この実施例では、可視光 LED 2 2 を備え、撮影対象者 1 をパルス光で瞬間的に照明する。通常、撮影対象者 1 は瞬間的なパルス光によって、驚きを感じて瞬目する。この現象を利用すると、強制的に瞬目を起こすことができるので、パルス光から例えば 1 秒以内に点滅する像を網膜反射像と特定する。

【0051】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図 8 のフローチャートに基いて説明する。タイミング発生回路 4 2 によってパルス駆動回路 2 3 を制御し、ステップ S T 2 2 の動作によって、可視光 LED 2 2 をパルス照射する。この後、実施例 1 と同様の動作をするが、撮影対象者 1 はパルス光により驚き、1 秒以内に瞬目するので、実施例 1 と同様にステップ 1 8 で網膜反射像を特定する。

【0052】撮影対象者 1 が瞬目を起こさなかった場合は、ステップ 2 1 によりパルス照射後、例えば 5 秒以上経たかどうかを判断し、5 秒以上経ていれば、ステップ 2 2 で再度パルス光を照射する。

【0053】このように、この実施例でも実施例 1 と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、瞬目により網膜反射像が撮影画像から消える瞬間を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者 1 が眼鏡をかけている場合などの他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。また、反射像抽出画像を比較する際、反射像の有無で比較するため、比較処理が比較的簡単になる。さらに、撮影対象者 1 に強制的に瞬目を起こさせるので、確実に網膜反射像のある撮影画像とない撮影画像を得ることができる。

【0054】また、この実施例では反射性瞬目発生手段として可視光 LED 2 2 とパルス駆動回路 2 3 を備え、パルス光によって撮影対象者 1 を驚かせて反射性瞬目を

起こさせたが、これに限るものではない。例えば、急激な音や、撮影対象者 1 に対する振動などで、反射性瞬目を起こさせるように構成してもよい。

【 0 0 5 5 】 また、反射像比較回路 4 6 では、第 1、第 2 反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、一方の画像のみに検出される反射像を網膜反射像と特定しているが、第 1、第 2 反射像抽出画像の差分をとれば、網膜反射像だけが残る、常に一定の大きさを有する赤外線 LED の反射像等は除去される。さらに、実施例 2 と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反

射像抽出画像をフレームメモリ 4 0、4 1 に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【 0 0 5 6 】 実施例 4、以下、この発明の実施例 4 による顔画像撮影装置を図について説明する。図 9 は実施例 4 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図であり、図 1 0 は撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。図 9 において、2 0 は撮影対象者 1 を照明する第 1 照明手段で、例えば発光の中心波長が 8 6 0 n m の第 1 赤外線 LED、2 1 は第 1 赤外線 LED 2 0 に電流を供給する第 1 LED 駆動回路、2 4 は撮影対象者 1 を照明する第 2 照明手段で、例えば発光の中心波長が 8 6 0 n m の第 2 赤外線 LED、2 5 は第 2 赤外線 LED 2 4 に電流を供給する第 2 LED 駆動回路である。実施例 1 と同様、第 1 赤外線 LED 2 0 の照射方向 1 2 と CCD カメラ 1 0 の光軸 1 3 が撮影対象者 1 の近傍でほぼ同軸となるように、CCD カメラ 1 0 と第 1 赤外線 LED 2 0 をハーフミラー 3 0 を介して設置している。第 2 赤外線 LED 2 4 の照射方向 1 4 と CCD カメラ 1 0 の光軸 1 3 は、撮影対象者 1 の近傍において同軸とならない位置に第 2 赤外線 LED 2 4

を設置している。例えば光軸 1 4 とカメラ光軸 1 3 を 3 度以上離し、第 1 赤外線 LED 2 0 とほぼ同じ範囲を照らす。なお、図 1、図 2 と同一符号は実施例 1 と同一、または相当部分である。

【 0 0 5 7 】 次に、動作について説明する。この実施例では、例えばタイミング発生回路 4 2 で第 1、第 2 LED 駆動回路 2 1、2 5、及び第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 を制御し、第 1、第 2 赤外線 LED 2 0、2 4 を切り換えて撮影対象者 1 を照明する照明切り換え手段を構成している。このタイミング発生回路 4 2 で制御し、ステップ S T 2 4、2 5、2 6 での動作によって、第 1 赤外線 LED 2 0 で照明された第 1 撮影画像を第 1 フレームメモリ 4 0 に記憶し、第 2 赤外線 LED 2 4 で照明された第 2 撮影画像を第 2 フレームメモリ 4 1 に記憶する。この後、実施例 1 と同様、第 1、第 2 反射像抽出回路 4 4、4 5 で 2 値化処理等の画像処理を用いて第 1、第 2 反射像抽出画像を抽出する（ステップ S T 1 6）。この処理で第 1 反射像抽出画像としては、例えば従来の図 4 5 のような反射像抽出画像が得られる。また、第 2 反射像抽出画像としては、第 2 赤外線 LED 2

4 が網膜反射像の撮影されない位置に配置されているので、網膜反射像が撮影されず、図 4 に示すように、赤外線 LED の反射像や外乱光の赤外成分の反射像 8 のみが写る。この後、実施例 1 と同様、反射像比較回路 4 6 で反射像の有無を比較し（ステップ S T 1 7）、網膜反射像特定回路 4 7 で一方の画像のみに検出される反射像を網膜反射像と特定し、この後、第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 の内容を消去する（ステップ S T 1 8）。

【 0 0 5 8 】 このように、実施例 4 では実施例 1 と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、同軸落射でない照明による第 2 撮影画像を時系列で撮影し、その反射画像を比較して網膜反射像を特定するので、撮影対象者 1 が眼鏡をかけている場合などの他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。

【 0 0 5 9 】 なお、実施例 4 では、第 1 赤外線 LED 2 0 で同軸落射照明によって撮影対象者 1 を照明し、第 2 赤外線 LED 2 4 で同軸落射照明ではなく撮影対象者 1 を照明するように構成しているのであるが、この第 1、第 2 赤外線 LED 2 0、2 4 をなるべく近接させて配置すれば、反射像比較回路 4 6 で、第 1、第 2 反射像抽出画像の差分をとって特定することもできる。即ち、第 1、第 2 反射像抽出画像の差分をとれば、網膜反射像だけが残る、常に一定の大きさを有する赤外線 LED の反射像等は除去される。このため、反射像比較回路 4 6 での比較処理は特徴点の対応づけをする必要がなく、単純な処理で網膜反射像を特定できる。また、網膜反射像の有無となる時系列の撮影画像を確実に得ることができ。さらに、実施例 2 と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ 4 0、4 1 に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【 0 0 6 0 】 実施例 5、図 1 1 はこの発明の実施例 5 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例 1 と同一符号は同一または相当部分を示す。この実施例では光入力手段として、例えば、1 0 m s ごとに 1 画面を発生する高速カメラ 1 1 を備えている。また、網膜反射像特定手段は、反射像比較回路 4 8 と網膜反射像特定回路 4 9 で構成され、反射像比較回路 4 8 は時系列の 2 つの反射像抽出画像を比較し、網膜反射像特定回路 4 9 は大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定する。

【 0 0 6 1 】 次に動作について説明する。この実施例では、人間の瞳孔 6 は周囲の照度に変化がなくても伸縮膨張を行っていることを利用し、反射像の中で、伸縮膨張を繰り返している像を網膜反射像と特定する。

【 0 0 6 2 】 この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図 1 2 のフローチャートに基いて説明する。実施例 1 と同様、ステップ S T 1 3 の判定により、1 0 m s 間隔で第 1 フレームメモリ 4 0 と

第2フレームメモリ41に時系列で撮影画像を記憶する(ステップST14, 15)。第1, 第2反射像抽出回路44, 45により、記憶した撮影画像から第1, 第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。この時系列の第1, 第2反射像抽出画像を比較すると、眼鏡などによる赤外線LEDの反射像や外乱光の赤外成分の反射像は第1, 第2反射像抽出画像で同じ大きさであるが、網膜反射像は瞳孔6の伸縮膨張のため、その大きさが変化する。そこで、反射像比較回路48によって、第1反射像抽出画像と第2反射像抽出画像とを比較して(ステップST19)、大きさの変化する反射像を検出する。例えば、第1, 第2反射像抽出画像の差分をとれば、伸縮膨張がある反射像の輪郭だけが残って図13に示す反射像差分画像が得られる。即ち、伸縮膨張によって変化する網膜反射像6が輪状に残り、赤外線LEDの反射像等は除去される。そこで、残った反射像に基いて網膜反射像特定回路49で網膜反射像のみを特定し、この後、第1, 第2フレームメモリ40, 41の内容を消去する(ステップST20)。

【0063】このように、実施例5では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、瞳孔が伸縮膨張によって大きさが変わることを利用し、例えば10ms間隔で撮影対象者1を撮影し、瞳孔6の大きさが変化した前後の画像から網膜反射像を特定するので、撮影対象者が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。

【0064】なお、実施例5では、10ms間隔で撮影対象者1を撮影し、網膜反射像を抽出するように構成しているが、これに限るものではない。また、反射像比較回路48では、第1, 第2反射像抽出画像の差分で比較するのに換えて、第1, 第2反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、伸縮膨張がある反射像を網膜反射像と特定してもよい。さらに、実施例2と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40, 41に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【0065】実施例6. 図14はこの発明の実施例6による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、43は撮影対象者1に近傍に配設され、照度を測定する照度測定手段で、例えば照度測定回路であり、実施例1と同一符号は同一または相当部分を示す。また、実施例5と同様、網膜反射像特定手段は、反射像比較回路48と網膜反射像特定回路49で構成され、反射像比較回路48は時系列の2つの反射像抽出画像を比較し、網膜反射像特定回路49は大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定する。

【0066】次に動作について説明する。この実施例では、人間は、外乱光の照度が変化したとき、その変化にともない瞳孔の大きさが変わることを利用して、網膜反

射像を特定する。

【0067】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図15のフローチャートに基いて説明する。実施例1と同様、ステップST11で30ms間隔で撮影対象者1の顔画像を撮影し、ステップST22の判定で、照度測定回路43で照度を測定し、照度に変化した前後の撮影画像を時系列で第1フレームメモリ40と第2フレームメモリ41に記憶する(ステップST14, 15)。第1, 第2反射像抽出回路44, 45により、記憶した撮影画像から第1, 第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。

【0068】この時系列の第1, 第2反射像抽出画像を比較すると、照度に変化する前の撮影画像を図44とすれば第1反射像抽出画像は図45のようになる。次の30msの間に照度に変化し、例えば暗くなると図16に示すように撮影画像の瞳孔6が大きくなる。このため、第2反射像抽出画像は図17に示すようになり、眼鏡などによる赤外線LEDの反射像や外乱光の赤外成分の反射像は第1, 第2反射像抽出画像で同じ大きさであるが、網膜反射像6の大きさは変化する。そこで、反射像比較回路48によって、第1反射像抽出画像と第2反射像抽出画像とを比較する(ステップST19)。実施例5と同様にして、第1, 第2反射像抽出画像の差分をとれば、伸縮膨張がある反射像の輪郭だけが残って図13に示す反射像差分画像が得られる。即ち、伸縮膨張によって変化する網膜反射像6が輪状に残り、赤外線LEDの反射像等は除去される。そこで、残った反射像に基いて網膜反射像特定回路49で網膜反射像のみを特定でき、この後、第1, 第2フレームメモリ40, 41の内容を消去する(ステップST20)。

【0069】このように、実施例6では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、照度の変化前後の網膜反射像の大きさの変化を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。また、撮影対象者1が運転中の運転者の場合、雲の有無や、ビルの谷間や、トンネルなど、運転者の顔面近傍の照度に変化する要因は多く、瞳孔の伸縮膨張を効果的に検出できる。また、反射像比較回路48では、第1, 第2反射像抽出画像の差分で比較するのに換えて、第1, 第2反射像抽出画像の特徴点の対応づけを行い、伸縮膨張がある反射像を網膜反射像と特定してもよい。さらに、実施例2と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40, 41に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【0070】実施例7. 図18はこの発明の実施例7による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例1と同一符号は同一または相

当部分を示す。また、図において、26は同軸落射照明となる第1照明手段20とは別に設けた第2照明手段で、例えば可視光照明であり、撮影対象者1を照明する。27は可視光照明26に電流を供給する照明駆動回路である。タイミング発生回路42は照明駆動回路27を制御し、可視光照明26の照度を決定する照明制御手段を構成している。実施例5と同様、反射像比較回路48は時系列の2つの反射像抽出画像を比較し、網膜反射像特定回路49は大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定する。

【0071】次に動作について説明する。この実施例では、可視光照明26を備え、撮影対象者1を照明する照度を通常よりも明るくしたとき、瞳孔6は小さくなるので、反射像の中で小さくなった像を網膜反射像と特定する。

【0072】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図19のフローチャートに基いて説明する。タイミング発生回路42によって照明駆動回路27を制御し、ステップST31、32、33での動作によって、赤外線LED20と可視光照明26で照明された撮影画像を第1フレームメモリ40に記憶し、赤外線LED20のみで照明された撮影画像を第2フレームメモリ41に記憶する。この後、実施例1と同様、第1、第2反射像抽出回路44、45で2値化処理等の画像処理を用いて第1、第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。この処理で第1反射像抽出画像としては、可視光照明26をONにしたときには図20に示すように瞳孔6は小さくなり、例えば図21のような反射像抽出画像が得られる。また、第2反射像抽出画像としては、可視光照明26の照度を暗くしたときには図44に示すように瞳孔6は通常大きくなり、例えば図45のような反射像抽出画像が得られる。

【0073】この時系列の第1、第2反射像抽出画像を比較すると、眼鏡などによる赤外線LEDの反射像や外乱光の赤外成分の反射像は第1、第2反射像抽出画像で同じ大きさであるが、網膜反射像6の大きさは変化する。そこで、反射像比較回路48によって、第1反射像抽出画像と第2反射像抽出画像とを比較する(ステップST19)。実施例5と同様に、第1、第2反射像抽出画像の差分をとれば、可視光照明26の照度を変化させたときの反射像の輪郭だけが残って図22に示す反射像差分画像が得られる。即ち、可視光照明26の照度変化によって変化する網膜反射像6が輪状に残り、赤外線LEDの反射像等は除去される。そこで、残った反射像に基き網膜反射像特定回路49で網膜反射像のみを特定できる。この後、第1、第2フレームメモリ40、41の内容を消去する(ステップ20)。

【0074】このように、実施例7では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、可視光

照明26で照度を変化させ、その前後の網膜反射像の大きさの変化を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。

【0075】なお、反射像比較回路48によって、第1反射像抽出画像と第2反射像抽出画像とを比較する際に、差分をとっているが、これに限らず、特徴点の対応づけを行い、大きさの異なる反射像を網膜反射像と特定してもよい。また、可視光照明26の照度を変化するものについて述べたが、タイミング発生回路42によって照明駆動回路27を制御して、可視光照明26のON/OFFのタイミングを決定し、可視光照明26をON/OFF制御しても撮影対象者の瞳孔6の大きさが変化する所以、網膜反射像を特定でき、さらに制御が簡単にできる。さらに、実施例2と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40、41に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【0076】実施例8. 図23はこの発明の実施例8による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例1と同一符号は同一または相当部分を示す。また、50は反射像移動速度検出回路であり、時系列の反射像抽出画像を比較して、反射像の移動、例えば移動速度を検出する。この実施例では網膜反射像特定回路49は検出した反射像の移動速度に基いて網膜反射像を特定する。反射像移動速度検出回路50と網膜反射像特定回路49とで網膜反射像特定手段を構成する。

【0077】次に動作について説明する。この実施例では、人の頭の動く速度と眼球の動く速度を比較すると、眼球の動く速度の方が早いので、反射像の動く速度を検出し、移動速度の差によって網膜反射像を特定する。

【0078】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図24のフローチャートに基いて説明する。実施例1と同様、ステップST13の判定により、30ms間隔で第1フレームメモリ40と第2フレームメモリ41に時系列の撮影画像を記憶する(ステップST14、15)。第1、第2反射像抽出回路44、45により、記憶した撮影画像から第1、第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。

【0079】今、撮影対象者1の顔画像が図44に示す状態から図25に示す状態に動いた場合、時系列の第1、第2反射像抽出画像間の反射像はそれぞれ図26に示すように、例えば網膜反射像は6から6'へ移動し、他の反射像は8から8'へ移動する。そこで、ステップST41では反射像移動速度検出回路50で、各反射像の対応づけを行い、各像の移動距離から、各像の移動速度を算出する。ステップST42では網膜反射像特定回路49で、例えば最も動きの早い反射像を網膜反射像と特定し、この後、第1、第2フレームメモリ40、41

の内容を消去する。

【0080】さらに、この実施例では、誤差等を考慮にいれ、この操作を何フレームか行う。ここでは例えば20フレーム行い、その移動速度平均を算出し、最も移動速度の大きかった反射像を網膜反射像と特定する。

【0081】このように、実施例8では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、撮影対象者1の顔画像の動きの前後での反射像の移動速度を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。さらに、実施例2と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40、41に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【0082】実施例9。図27はこの発明の実施例9による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例1と同一符号は同一または相当部分を示す。また、51は反射像移動ベクトル検出回路であり、時系列の2つの反射像抽出画像を比較し、反射像の移動、例えば移動ベクトルを検出する。この実施例では網膜反射像特定回路49は検出した反射像の移動ベクトルに基いて、網膜反射像を特定する。反射像移動ベクトル検出回路51と網膜反射像特定回路49とで網膜反射像特定手段を構成する。

【0083】次に動作について説明する。この実施例では、網膜反射像以外の例えば眼鏡上の反射像はすべて同じ動きをし、2つの眼球は異なる動きをするので、反射像の移動ベクトルを検出し、他と異なる移動ベクトルを有する反射像を網膜反射像と特定する。

【0084】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図28のフローチャートに基いて説明する。実施例1と同様、ステップST13の判定により、30ms間隔で第1フレームメモリ40と第2フレームメモリ41に時系列の撮影画像を記憶する(ステップST14、15)。第1、第2反射像抽出回路44、45により、記憶した撮影画像から第1、第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。

【0085】今、撮影対象者1の顔画像が図44に示す状態から図25に示す状態に動いた場合、時系列の第1、第2反射像抽出画像間の反射像はそれぞれ図26に示すように、例えば網膜反射像は6から6'へ移動し、他の反射像は8から8'へ移動する。この移動ベクトルを検討すると、図29に示すように網膜反射像以外の反射像の移動ベクトルは矢印Aの方向になり、網膜反射像の移動ベクトルは矢印Bの方向になる。従って、ステップST43では反射像移動ベクトル検出回路51で、各反射像の対応づけを行い、各像の移動ベクトルを算出する。ステップST44では網膜反射像特定回路49で、例えば2つだけが同じ移動ベクトルを有する反射像を網

膜反射像と特定し、この後、第1、第2フレームメモリ40、41の内容を消去する。

【0086】この実施例は、特に撮影対象者1が眼鏡をかけている場合に効果的であり、一方の眼のレンズの表面と裏面で2つの反射像が検出されるので、両眼では4つの反射像となり、2つの網膜反射像と明らかに区別できる。さらに、この実施例では、誤差等を考慮にいれ、この操作を何フレームか行う。ここでは例えば20フレーム行い、その移動ベクトルを比較し、他と異なる移動ベクトルを有する反射像を網膜反射像と特定する。

【0087】このように、実施例9では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、撮影対象者1の顔画像の動きの前後での反射像の移動ベクトルを検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。さらに、実施例2と同様、撮影画像を記憶する代わりに、反射像を抽出した後の反射像抽出画像をフレームメモリ40、41に記憶するように構成しても、同様の効果を奏する。

【0088】実施例10。図30はこの発明の実施例10による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例1と同一符号は同一または相当部分を示す。また、12、13は近接して設置された第1、第2CCDカメラであり、共に赤外線LED20の同軸落射照明により撮影対象者1を撮影する。このとき近接しているが撮影対象者1の異なる2方向からの画像を撮影できる。52は反射像測距手段で、例えば反射像測距回路であり、撮影画像より各反射像の3次元位置を測定する。この実施例では網膜反射像特定回路49は測定した反射像の3次元位置に基いて網膜反射像を特定する。反射像測距回路52と網膜反射像特定回路49とで網膜反射像特定手段を構成する。

【0089】次に動作について説明する。この実施例では、同一時刻に異なる方向から撮られた2つの撮影画像の反射像抽出画像を反射像測距回路52に入力し、3角測量の原理で各反射像の3次元位置を算出する。この3次元位置に基いて網膜反射像を特定する。

【0090】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図31のフローチャートに基いて説明する。ステップST50、51、52で、第1CCDカメラ12と第2CCDカメラ13で同時に撮影対象者1を撮影する。第1CCDカメラ12で撮影した撮影画像を第1フレームメモリ40に記憶し(ステップST14)、第2CCDカメラ13で撮影した撮影画像を第2フレームメモリ41に記憶する(ステップST15)。次に、第1、第2反射像抽出回路44、45により、記憶した撮影画像から第1、第2反射像抽出画像を抽出する(ステップST16)。

【0091】さらに、反射像測距回路52により、3角

10

20

30

40

50

測定の原理で各反射像の 3 次元位置を算出する（ステップ S T 5 3）。網膜反射像特定回路 4 9 では、この 3 次元位置に基いて網膜反射像を特定し、この後、第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 の内容を消去する（ステップ S T 5 4）。例えば、網膜反射像以外の反射像が撮影対象者 1 の装着している眼鏡によるものであるとき、眼鏡レンズ上の反射像は眼球よりかなり後ろにあるため、得られた反射像のカメラからの距離が最も近くに位置する反射像を網膜反射像と特定する。ただし、眼鏡のフレームが反射する場合は、眼鏡フレームの反射像は眼球より 2 ～ 3 c m カメラに近い位置にあるので、この場合は最も遠い反射像を網膜反射像と特定する。

【0092】このように、実施例 1 0 では実施例 1 と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、反射像の 3 次元位置を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者 1 が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。

【0093】なお、この実施例では第 1、第 2 フレームメモリ 4 0、4 1 を設けた構成にしているが、これに限らず記憶手段を持たずに直接反射像を抽出して 3 次元位置を算出する構成にしてもよい。また、得られた反射像のカメラからの距離が最も近くに位置する反射像を網膜反射像と特定しているが、撮影対象者 1 が装着している装飾品などの反射像の場合は、これに限るものではない。例えば、顔面の位置の 3 次元位置を測距し、この顔面上にある反射像を網膜反射像と特定してもよい。

【0094】実施例 1 1。図 3 2 はこの発明の実施例 1 1 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、実施例 1 と同一符号は同一または相当部分を示す。また、1 4 は CCD カメラ 1 0 の前面に装着した焦点調節機構、1 5 は焦点調節機構 1 4 を駆動する焦点駆動回路である。この実施例も実施例 1 0 と同様、反射像測距回路 5 2 と網膜反射像特定回路 4 9 とで網膜反射像特定手段を構成しており、反射像測距回路 5 2 で撮影画像より反射像の 3 次元位置を測定した後、網膜反射像特定回路 4 9 で反射像の 3 次元位置に基いて網膜反射像を特定する。

【0095】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図 3 3 のフローチャートに基いて説明する。ステップ S T 1 1 で CCD カメラ 1 0 で撮影対象者 1 の瞳孔 6 に焦点駆動回路 1 5 によって焦点調節機構 1 4 の焦点をあわせて撮影する。撮影した撮影画像をフレームメモリ 4 0 に記憶し（ステップ S T 1 4）、反射像抽出回路 4 4 により記憶した撮影画像から反射像抽出画像を抽出する（ステップ S T 1 6）。

【0096】さらに、反射像測距回路 5 2 により、レンズ焦点法で各反射像の 3 次元位置を算出する（ステップ S T 5 3）。例えば焦点調節機構 1 4 はレンズの繰り出し機構と画像のボケを判定する計測機能を有し、反射像

測距回路 5 2 では画像の濃淡の分散から定量化される画像のボケとその時のレンズ位置から撮影物の 3 次元の奥行きを算出する。網膜反射像特定回路 4 9 では、この 3 次元位置に基いて網膜反射像を特定する。例えば、網膜反射像以外の反射像が撮影対象者 1 の装着している眼鏡によるものであるとき、得られた反射像のカメラからの距離が最も近くに位置する反射像を網膜反射像と特定する。この後、フレームメモリ 4 0 の内容を消去する。

【0097】このように、実施例 1 1 では実施例 1 0 と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、反射像の 3 次元位置を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者 1 が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。さらに、実施例 1 1 と比べ、簡単な装置で反射像の 3 次元位置を測定できる。

【0098】なお、この実施例ではフレームメモリ 4 0 を設けた構成にしているが、これに限らず記憶手段を持たずに直接反射像を抽出して 3 次元位置を算出する構成にしてもよい。また、得られた反射像のカメラからの距離が最も近くに位置する反射像を網膜反射像と特定しているが、撮影対象者 1 が装着している装飾品などの反射像の場合は、これに限るものではない。例えば、顔面の位置の 3 次元位置を測距し、この顔面上にある反射像を網膜反射像と特定してもよい。

【0099】また、実施例 1 1、1 2 では、三角測定の原理とレンズ焦点法を用いて反射像の 3 次元位置を測定しているが、他の方法を用いてもよい。

【0100】実施例 1 2。図 3 4 は実施例 1 2 による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、2 8 は撮影対象者 1 を照明する照明手段で、その発光部は円形でないものである。例えば発光部が V 字形となる V 型照明である。2 9 は V 型照明 2 8 に電流を供給する照明駆動回路、3 0 は CCD カメラ 1 0 の光軸上に設けられたハーフミラーで、V 型照明 2 8 の照射方向 1 2 と CCD カメラ 1 0 の光軸 1 3 が撮影対象者 1 の近傍でほぼ同軸となるように、CCD カメラ 1 0 と V 型照明 2 8 をハーフミラー 3 0 を介して設置している。

【0101】また、4 0 は記憶手段で、例えばフレームメモリであり、1 画面の撮影画像を記憶するメモリである。4 4 はフレームメモリ 4 0 に記憶されている撮影画像の反射像抽出画像を抽出する反射像抽出手段で、例えば反射像抽出回路である。5 3 は反射像形状検出回路、4 9 は網膜反射像特定回路である。反射像形状検出回路 5 3 と網膜反射像特定回路 4 9 とで網膜反射像特定手段を構成している。

【0102】次に動作について説明する。この実施例では、円形でない発光部を有する照明手段を用い、形状を比較して円形の反射像を網膜反射像として特定する。

【0103】この顔画像撮影装置によって撮影対象者の網膜反射像を特定する動作を図35のフローチャートに基いて説明する。CCDカメラ10で撮影対象者1を撮影し（ステップST11）、フレームメモリ40に撮影画像を記憶する（ステップST14）。この撮影画像の一例を図36に示す。次に、反射像抽出回路44により、記憶した撮影画像から反射像を抽出すると（ステップST16）、図37に示すような反射像抽出画像が得られる。

【0104】さらに、反射像形状検出回路53により、抽出した反射像のそれぞれの形状を検出する（ステップST61）。網膜反射像特定回路49では、この反射像の形状に基いて網膜反射像を特定し、この後、フレームメモリ40の内容を消去する（ステップST62）。例えば、網膜反射像は円形であり、V型照明28の反射像はV型なので、反射像の形状を比較することにより網膜反射像を特定する。図37のように抽出した反射像のうち、円形でない反射像9を除去すれば網膜反射像のみを抽出できる。

【0105】このように、実施例12では実施例1と同様、同軸落射を利用して網膜反射像を鮮明に得るので、簡単な画像処理で目の位置を検出できると共に、反射像の形状を検出して、網膜反射像を特定するので、撮影対象者1が眼鏡をかけていたり、他の反射像が存在する場合でも、正確に網膜反射像を特定できる。

【0106】なお、この実施例ではフレームメモリ40を設けた構成にしているが、これに限らず記憶手段を持たずに直接反射像を抽出してもよい。また、V型照明に限らず、発光部が円形でない照明ならどのような形状の発光部を有する照明でも用いることができる。

【0107】実施例13。図38は実施例13による顔画像撮影装置を撮影対象者の上からみた構成図である。図において、16はCCDカメラ10の例えば前面に設けられたズームであり、撮影対象者1の顔面付近を拡大するものである。また、図1と同一符号は、実施例1と同一または相当部分を示す。

【0108】このCCDカメラ10で撮影対象者1の顔を撮影すると、図39に示すように顔面の瞳孔6の近傍が拡大されて撮影される。この拡大された撮影画像から実施例1と同様、瞳孔6の伸縮膨張を繰り返している反射像を網膜反射像と特定する。この伸縮膨張による瞳孔径の変化量はとても小さいため、カメラにズーム機能を加えて拡大すれば、測定精度を上げることができる。

【0109】この実施例では、実施例1において、光入力手段であるCCDカメラ10を、撮影対象者1の顔面付近を拡大する機能を有するものを用いているが、実施例2～実施例12のどの実施例においても、拡大機能を有する光入力手段で構成してもよい。なお、フレームメモリを2個持つ実施例において、網膜反射像特定の動作ごとに全てのメモリ内容を消去したが、図40に示すよ

うに比較対象となるフレームメモリの内容だけを消去して更新するように構成してもよい。

【0110】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1によれば、撮影対象者の顔面を含む領域の像を入力する光入力手段、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段、光入力手段の出力である撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力する反射像抽出手段、及び反射像抽出画像から網膜反射像を特定する網膜反射像特定手段を備えたことにより、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0111】また、請求項2によれば、請求項1の発明に加え、光入力手段の出力である撮影画像を時系列で格納する記憶手段を備え、反射像抽出手段は、記憶手段に格納されている撮影画像から反射像を抽出して反射像抽出画像を出力するものとし、網膜反射像特定手段は、反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、反射像比較結果に基いて網膜反射像を特定するので、時系列の反射像抽出画像を比較することにより網膜反射像の変化を検出して、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0112】また、請求項3によれば、請求項1の発明に加え、反射像抽出手段の出力である反射像抽出画像を時系列で格納する記憶手段を備え、網膜反射像特定手段は、記憶手段に格納されている反射像抽出画像を比較する反射像比較回路を有し、反射像比較結果に基いて網膜反射像を特定するので、時系列の反射像抽出画像を比較することにより網膜反射像の変化を検出して、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0113】また、請求項4によれば、請求項2または請求項3の発明において、網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、一方の反射像抽出画像に存在し他方の反射像抽出画像に存在しない反射像を網膜反射像として特定することにより、請求項2または請求項3の効果に加え、比較処理が比較的簡単な顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0114】また、請求項5によれば、請求項4の発明に加え、撮影対象者に反射性瞬目を起こさせる反射性瞬目発生手段を備えたことにより、請求項4の効果に加え、網膜反射像の有無となる撮影画像を確実に得ることができる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0115】また、請求項6によれば、請求項4の発明に加え、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第1照明手段とし、照明光照射方向と光入力手段の光軸とが、撮影対象者の近傍において同軸にならない位置に配置され、撮影対象者を照明する第2照明手段、及び第1

照明手段と第 2 照明手段とを切り換えて撮影対象者を照明する照明切り換え手段を設けたことにより、請求項 4 の効果に加え、網膜反射像の有無となる撮影画像を確実に得ることができる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0116】また、請求項 7 によれば、請求項 2 または請求項 3 の発明において、網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、大きさの変化する反射像を網膜反射像として特定するので、時系列の反射像抽出画像を比較することにより網膜反射像の変化を検出して、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0117】また、請求項 8 によれば、請求項 7 の発明に加え、撮影対象者の近傍に照度を測定する照度測定手段を備えたことにより、照度変化前後の網膜反射像の変化を検出して、より確実に網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0118】また、請求項 9 によれば、請求項 7 または請求項 8 の発明に加え、撮影対象者を同軸落射照明する照明手段を第 1 照明手段とし、撮影対象者を照明する第 2 照明手段、及び第 2 照明手段の照度を制御する照明制御手段を備えたことにより、照度を変化させ、照度変化前後の網膜反射像の変化を検出して、より確実に網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0119】また、請求項 10 によれば、請求項 2 または請求項 3 の発明において、網膜反射像特定手段は、反射像比較回路で時系列の複数の反射像抽出画像を比較した結果、反射像の移動を検出し、この反射像の移動に基づいて網膜反射像を特定することにより、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0120】また、請求項 11 によれば、請求項 1 の発明に加え、光入力手段から得た撮影画像より反射像の 3 次元位置を測定する測距手段を備え、網膜反射像特定手段は抽出した反射像の 3 次元位置に基づいて網膜反射像を特定するものであることにより、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから、網膜反射像を他の反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0121】また、請求項 12 によれば、請求項 1 の発明に加え、照明手段は円形でない発光部を有するものであり、網膜反射像特定手段は抽出した反射像のうち円形の反射像を網膜反射像として特定することにより、照明光による反射や外乱光の赤外成分の反射等の網膜反射像以外の反射像が写っているものから、網膜反射像を他の

反射像と区別して特定できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【0122】また、請求項 13 によれば、請求項 1 ないし請求項 12 のいずれかの発明において、光入力手段は、撮影対象者の顔面付近を拡大して撮影する機能を有することにより、請求項 1 ないし請求項 12 の効果に加えて、測定精度を向上できる顔画像撮影装置が得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施例 1 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 2】実施例 1 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 3】実施例 1 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 4】実施例 1 に係る反射像抽出画像を示す説明図である。

【図 5】この発明の実施例 2 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 6】実施例 2 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 7】この発明の実施例 3 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 8】実施例 3 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 9】この発明の実施例 4 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 10】実施例 4 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 11】この発明の実施例 5 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 12】実施例 5 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 13】実施例 5 に係る反射像抽出画像の差分を示す説明図である。

【図 14】この発明の実施例 6 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 15】実施例 6 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 16】実施例 6 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 17】実施例 6 に係る反射像抽出画像を示す説明図である。

【図 18】この発明の実施例 7 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 19】実施例 7 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 20】実施例 7 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 21】実施例 7 に係る反射像抽出画像を示す説明図である。

【図 2 2】実施例 7 に係る反射像抽出画像の差分を示す説明図である。

【図 2 3】この発明の実施例 8 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 2 4】実施例 8 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 2 5】実施例 8 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 2 6】実施例 8 に係る反射像の比較を示す説明図である。

【図 2 7】この発明の実施例 9 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 2 8】実施例 9 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 2 9】実施例 9 に係る反射像の比較を示す説明図である。

【図 3 0】この発明の実施例 1 0 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 3 1】実施例 1 0 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 3 2】この発明の実施例 1 1 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 3 3】実施例 1 1 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 3 4】この発明の実施例 1 2 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 3 5】実施例 1 2 に係る網膜反射像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 3 6】実施例 1 2 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 3 7】実施例 1 2 に係る反射像抽出画像を示す説明図である。

【図 3 8】この発明の実施例 1 3 による顔画像撮影装置を示す構成図である。

【図 3 9】実施例 1 3 に係る撮影画像を示す説明図である。

【図 4 0】この発明のさらに他の実施例に係る網膜反射

像を特定する動作を示すフローチャートである。

【図 4 1】従来の撮影装置を示す構成図である。

【図 4 2】従来の撮影装置により撮像された撮影対象者の撮影画像及び輝度を示す説明図である。

【図 4 3】従来の撮影装置により撮像された反射像抽出画像を示す説明図である。

【図 4 4】従来の撮影装置により撮像された撮影対象者の撮影画像を示す説明図である。

【図 4 5】従来の撮影装置により撮像された反射像抽出画像を示す説明図である。

【符号の説明】

1 撮影対象者

6 瞳孔、網膜反射像

1 0, 1 2, 1 3 C C D カメラ

1 1 高速カメラ

1 4 焦点調節機構

1 5 焦点駆動回路

1 6 ズーム

2 0, 2 4 赤外線 L E D

2 2 可視光 L E D

2 1, 2 5 L E D 駆動回路

2 3 パルス駆動回路

2 6 可視光照明

2 7, 2 9 照明駆動回路

2 8 V 型照明

3 0 ハーフミラー

4 0, 4 1 フレームメモリ

4 2 タイミング発生回路

4 3 照度測定回路

4 4, 4 5 反射像抽出回路

4 6, 4 8 反射像比較回路

4 7, 4 9 網膜反射像特定回路

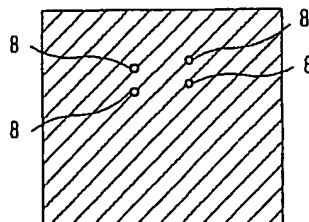
5 0 反射像移動速度検出回路

5 1 反射像移動ベクトル検出回路

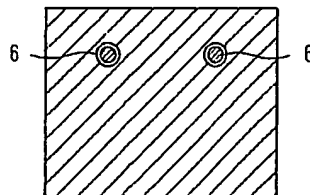
5 2 反射像測距回路

5 3 反射像形状検出回路

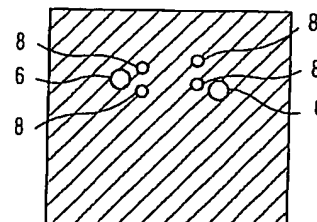
【図 4】



【図 1 3】

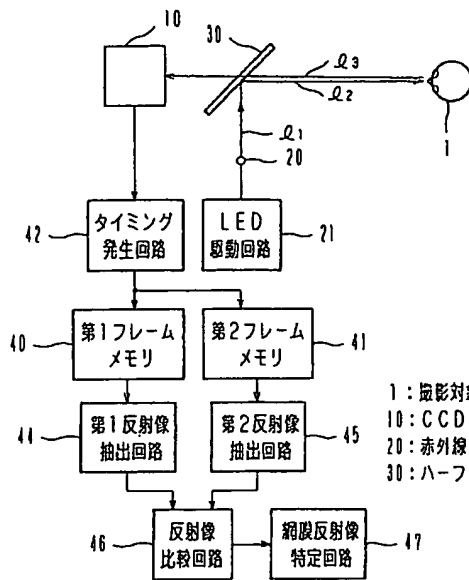


【図 1 7】

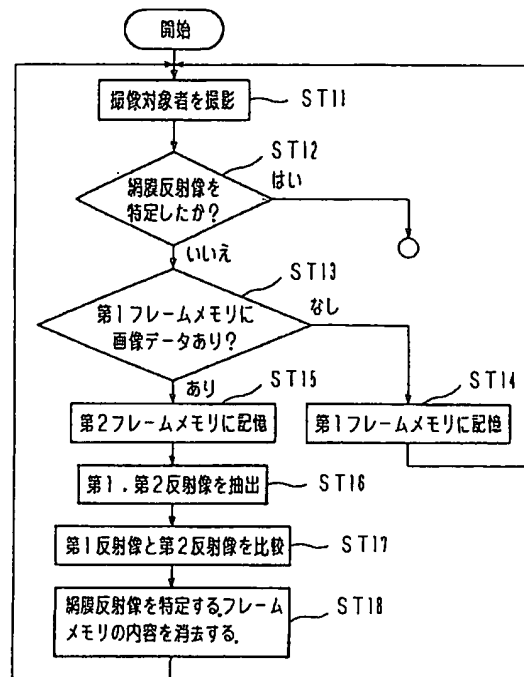


6 : 網膜反射像

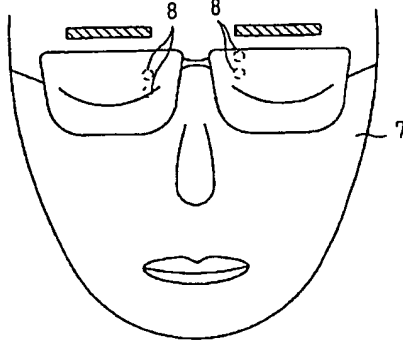
【図 1】



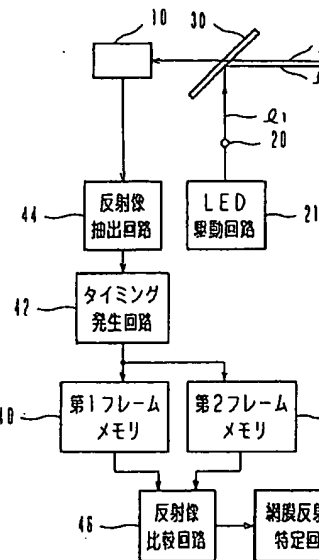
【図 2】



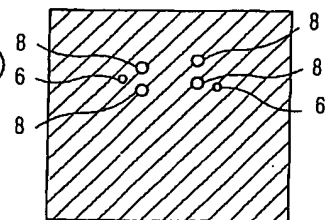
【図 3】



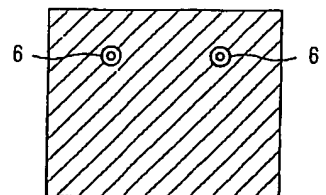
【図 5】



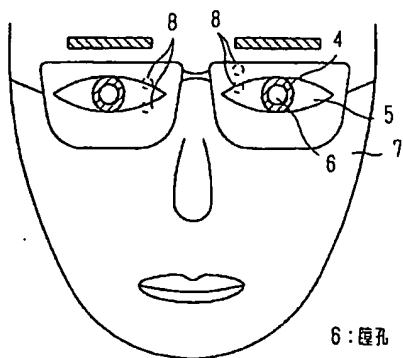
【図 21】



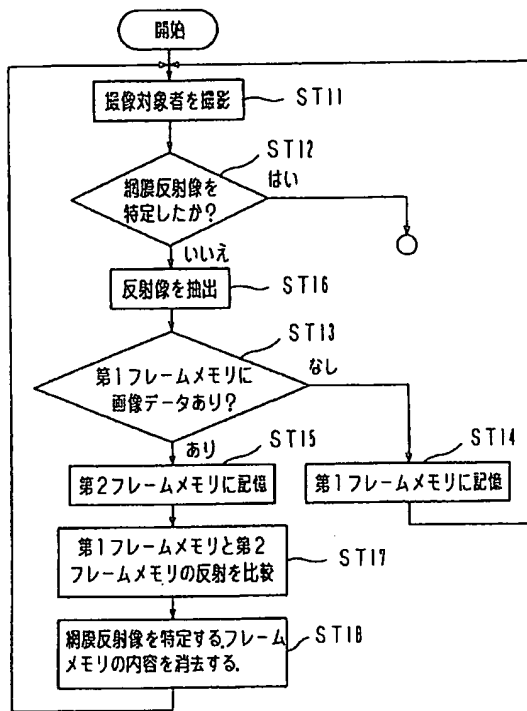
【図 22】



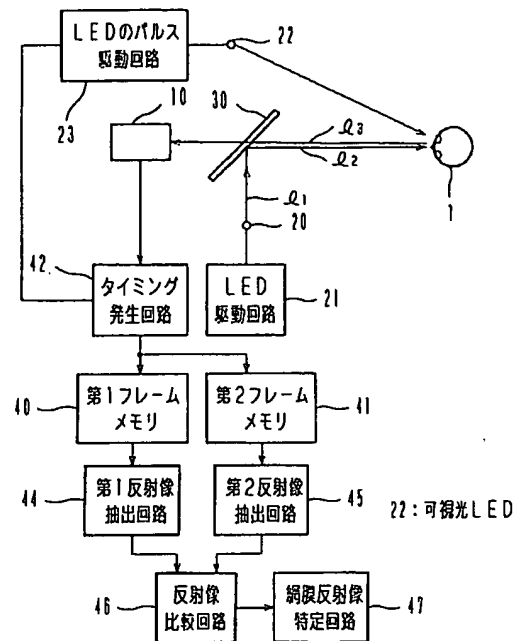
【図 16】



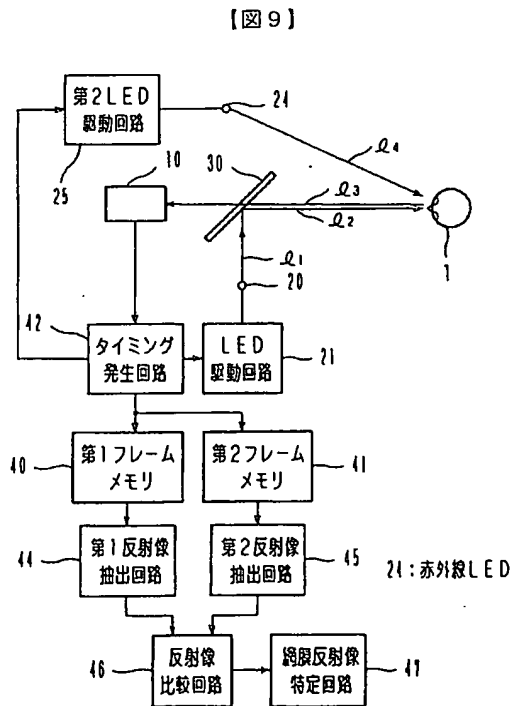
【図 6】



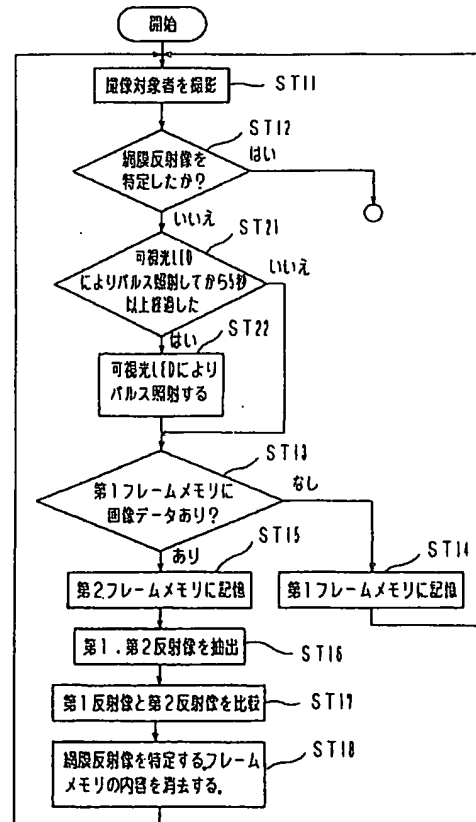
【図 7】



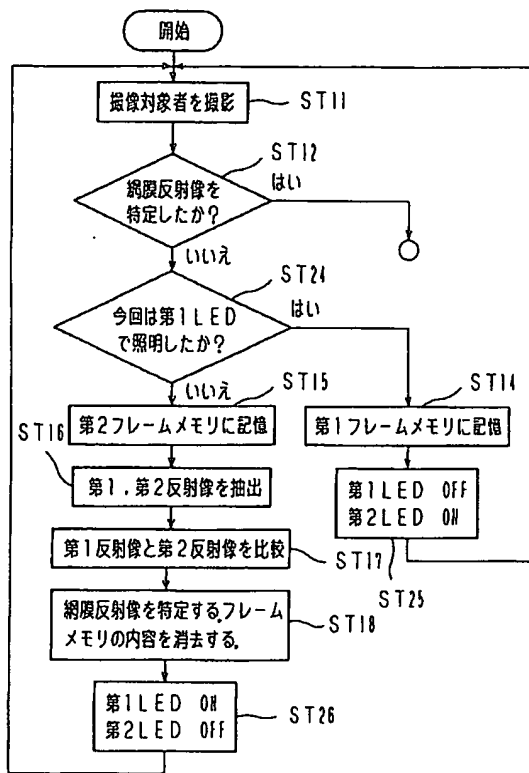
【図 8】



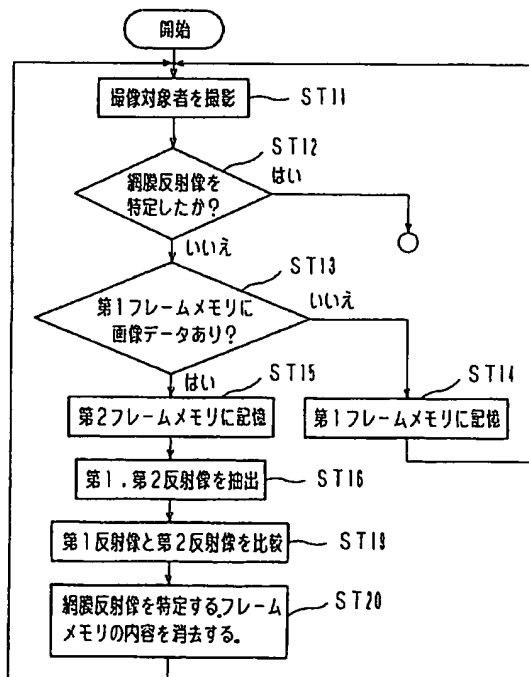
【図 9】



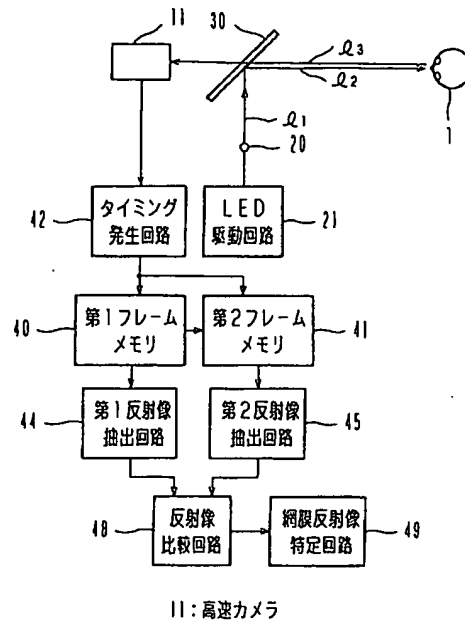
【図 10】



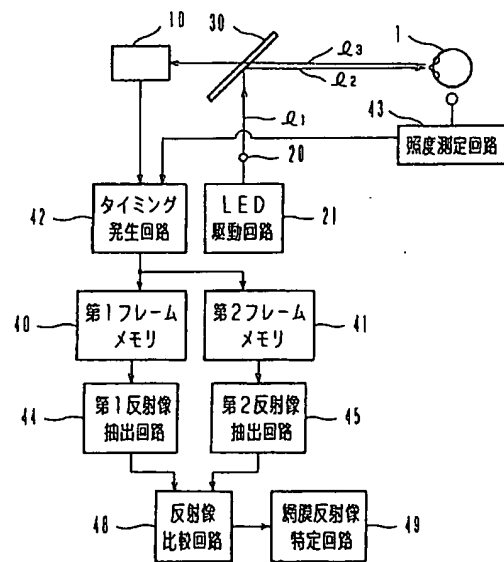
【図 12】



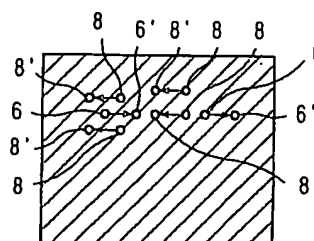
【図 11】



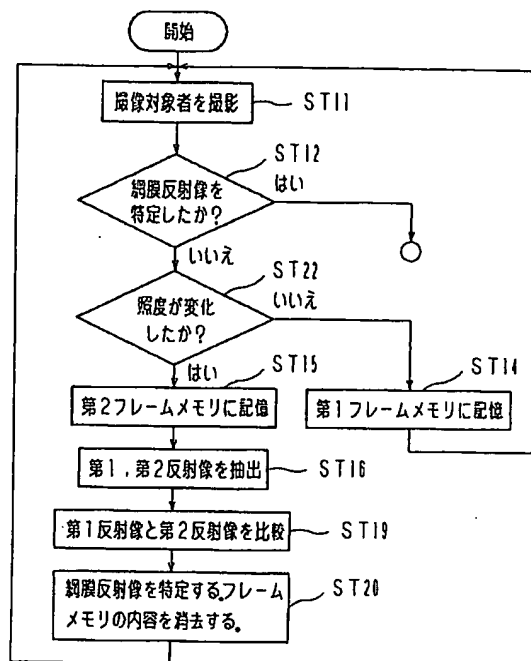
【図 14】



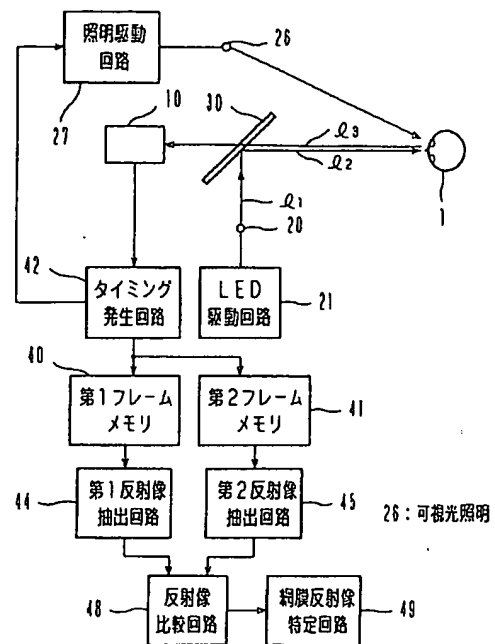
【図 26】



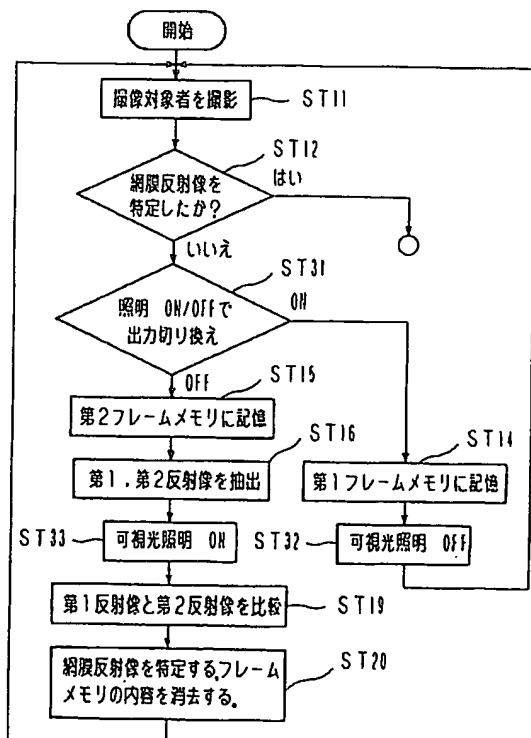
【図 15】



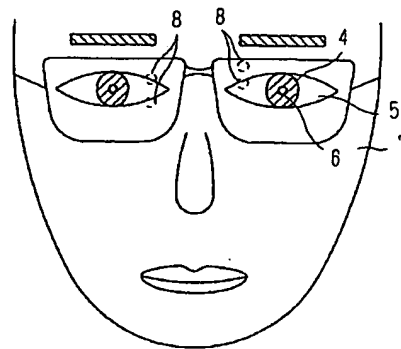
【図 18】



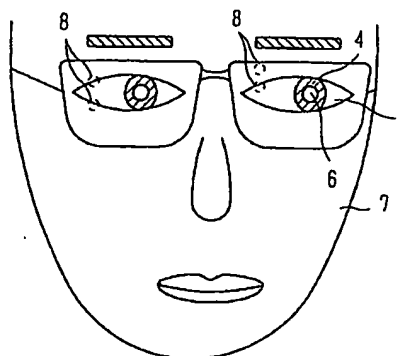
【図 19】



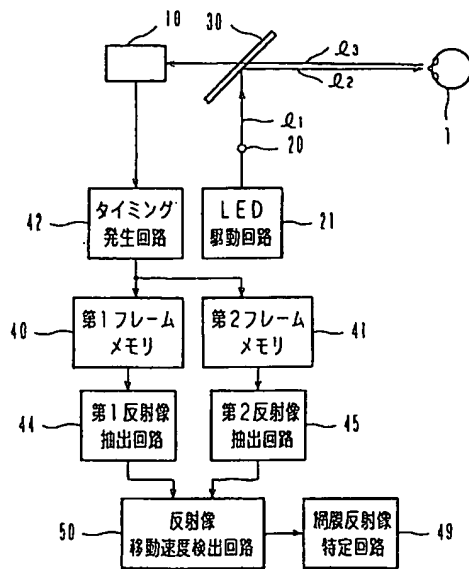
【図 20】



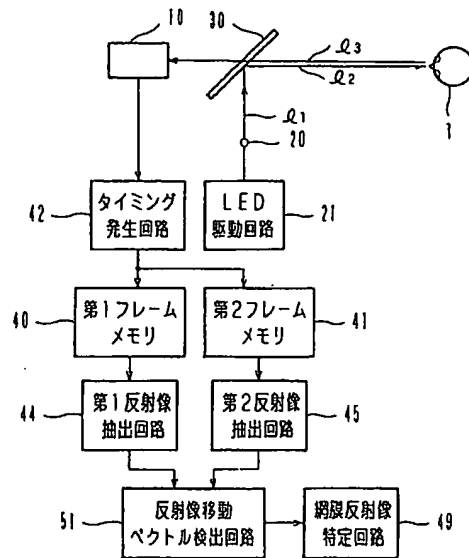
【図 25】



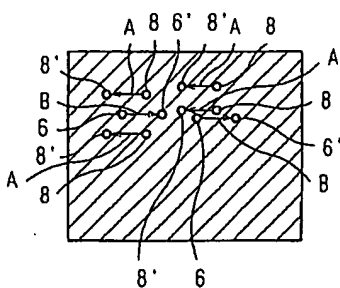
【図 23】



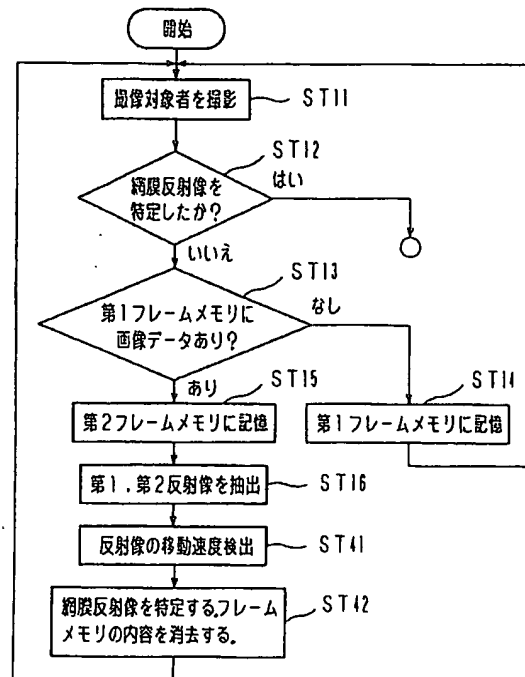
【図 27】



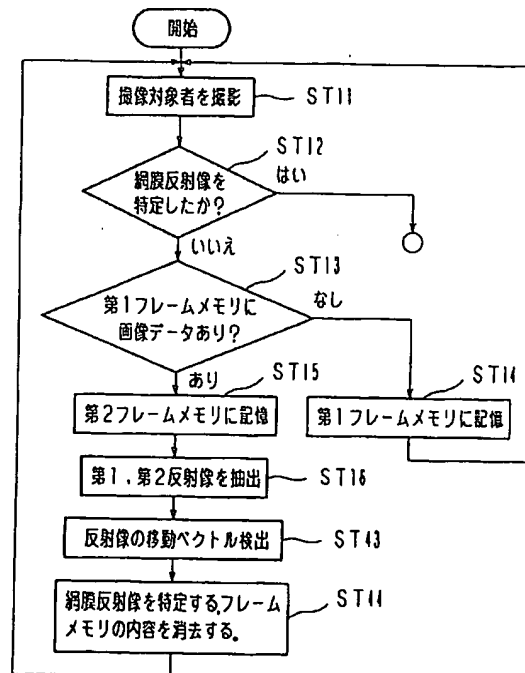
【図 29】



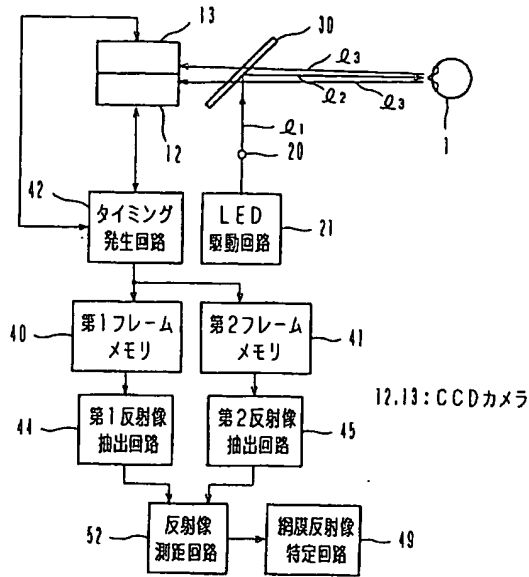
【図 24】



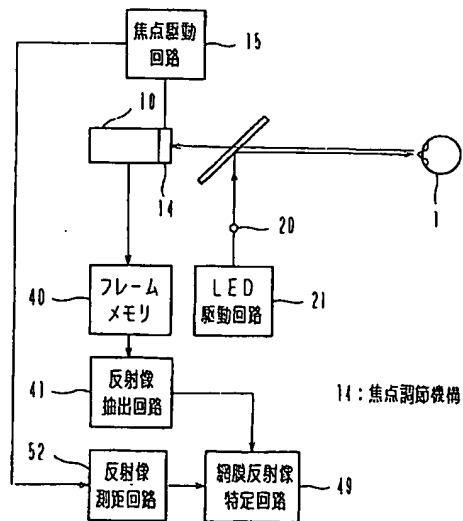
【図 28】



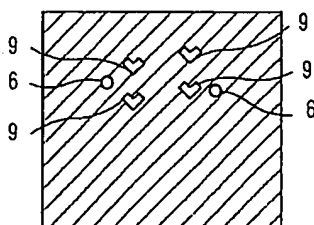
【図 30】



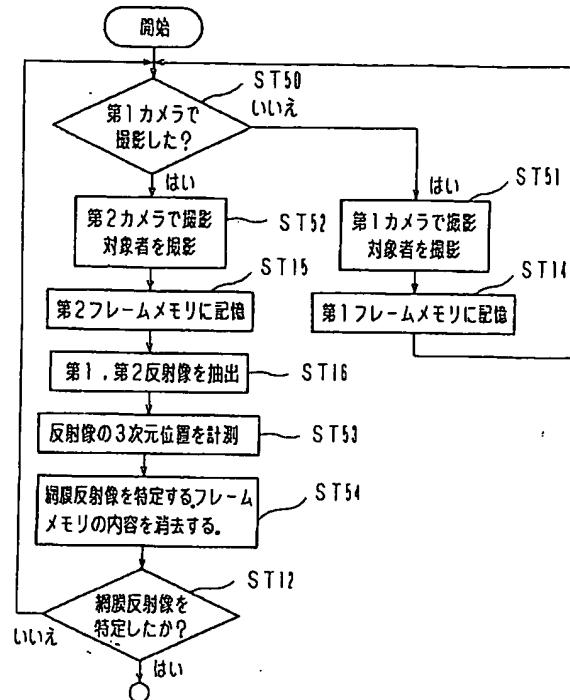
【図 32】



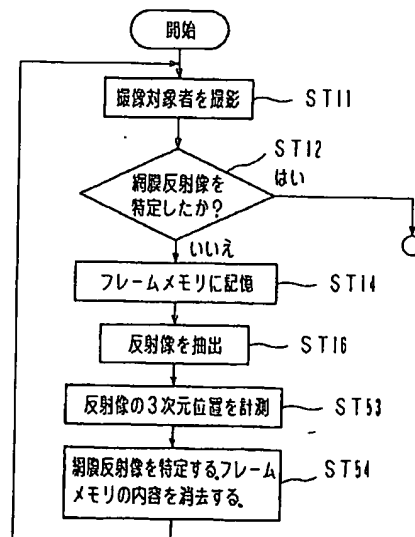
【図 37】



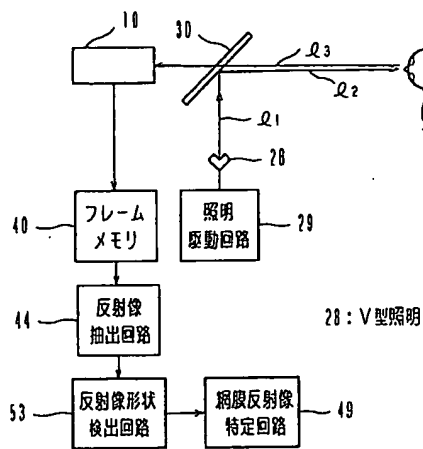
【図 31】



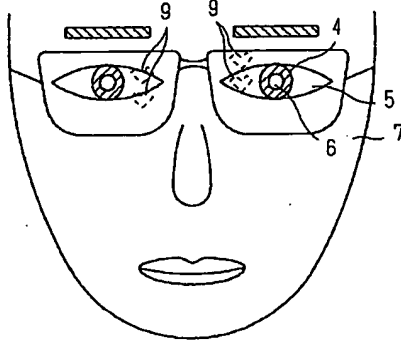
【図 33】



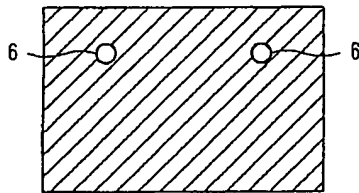
【図 34】



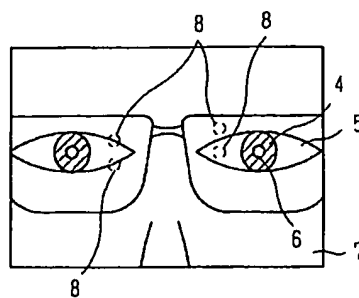
【図 36】



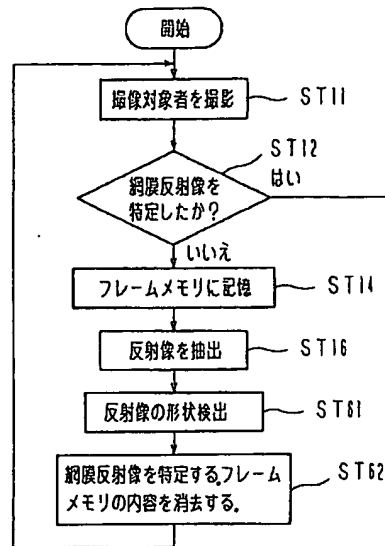
【図 43】



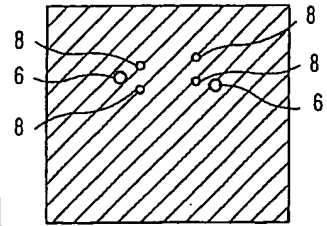
【図 39】



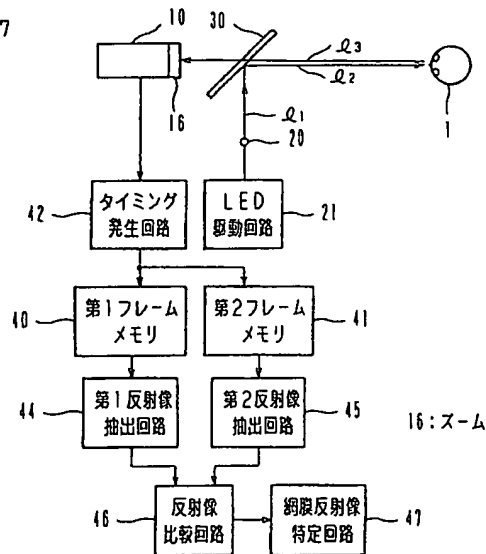
【図 35】



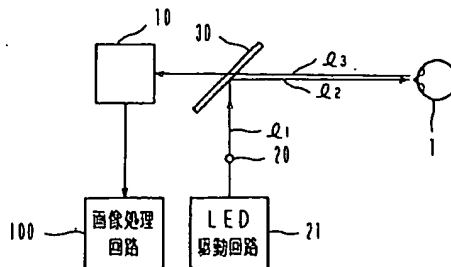
【図 45】



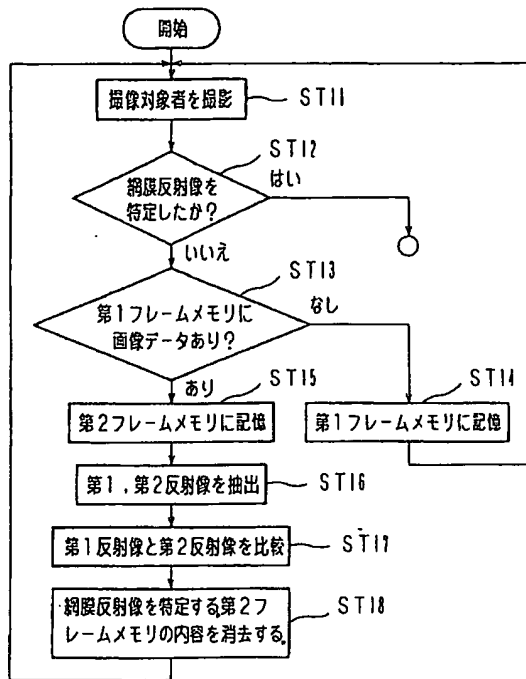
【図 38】



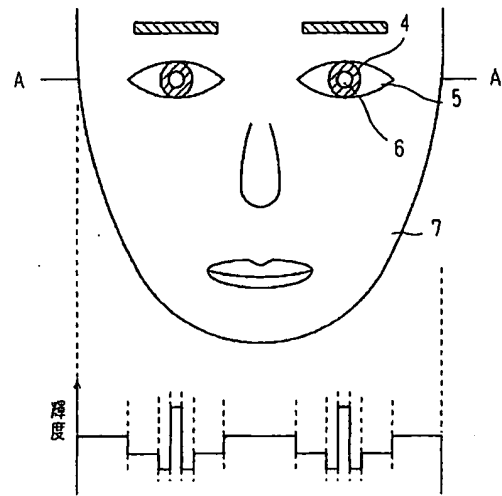
【図 41】



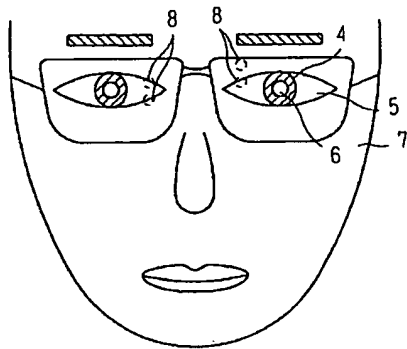
【図 40】



【図 42】



【図 44】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.